第11講　地球の歴史

PART1 放射性年代

目標　放射性年代を測定する原理について，放射性同位体の例を挙げて説明できる。

Chapter1　放射性年代

地学基礎で学んだように，産出する化石の変化をおもな基準として地球の年代は区分されています。ここでは，その年代を数値で表すための方法について学びましょう。

放射性同位体

・**放射性同位体**

原子核が自発的に放射線を放って別の原子核になる現象を原子核の**崩壊**，原子核が放射線を放つ性質を**放射能**と呼ぶ。また，放射能をもつ同位体を**放射性同位体**と呼ぶ。

・**放射性同位体の半減期**

放射性同位体は，一定の時間ごとに一定の割合で他の原子核に崩壊していく性質をもつ。放射性同位体が崩壊によって元の量の半分になるまでの時間を**半減期**といい，温度や圧力などの条件によらず一定の値をとることが知られている。

放射性年代

・**放射性年代と相対年代**

放射性年代…放射性同位体を用いて測定された年代。試料の形成が現在から何年前のことかを数値として表す。

相対年代……おもに化石を用いることで調べられた年代。何年前かはわからないが，前後関係は明らかにできる。

・**放射性年代の測定原理**

岩石が形成されてから現在までに周囲との元素のやり取りを行わなかったとする。

このとき，岩石中の放射性同位体は崩壊により半減期にしたがって減少し，崩壊の結果として生じる安定同位体は増加していく。そのため，放射性同位体や安定同位体の存在比を調べれば，岩石が形成されてから現在までの時間が推定できる。

・**年代測定に用いられる代表的な放射性同位体**

元の 放射性同位体	生じる 安定同位体	半減期
^{238}U	^{206}Pb ※1	4×10^9 年〔40 億年〕
^{40}K	^{40}Ca, ^{40}Ar ※2	1×10^9 年〔10 億年〕
^{14}C	^{14}N	6×10^3 年〔6000 年〕

※1　^{238}U から 14 段階の崩壊を経て最終的に生じる安定同位体。

※2　89% の確率で ^{40}Ca，11% の確率で ^{40}Ar が生じる。

知っておこう

U〔ウラン〕は安定同位体をもたない元素であり，^{238}U 以外の放射性同位体として

^{235}U〔半減期 7.0 億年〕

^{234}U〔半減期 25 万年〕

が天然に存在します。

また，地球の熱源の 1 つとして重要な Th〔トリウム〕も安定同位体をもたず，放射性同位体の

^{232}Th〔半減期 140 億年〕

^{230}Th〔半減期 7.5 万年〕

が天然に存在します。

実際の放射性年代の測定では，これらの放射性同位体のうちいくつかの存在比を用いることなどにより，幅広い年代の試料の放射性年代が求められています。

まとめ

・放射性同位体を用いて測定された年代を放射性年代といい，試料の形成が現在から何年前のことかを数値として表す。

・放射性同位体が崩壊によって元の量の半分になるまでの時間を______といい，温度や圧力などの条件によらず一定の値をとる。

・放射性年代を求めるためには，放射性同位体や安定同位体の存在比を調べる。

・年代測定には，崩壊して______となるウランの放射性同位体や，崩壊して窒素となる______の放射性同位体などが用いられる。

Chapter2　演習問題

ここでは，放射性年代について確認しましょう。

問題(1)　炭素の放射性同位体を用いた年代測定について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。ただし，炭素の放射性同位体の半減期を 6000 年とします。また，大気中の炭素の同位体の存在比は時代によらず現在と同じであったとします。

天然に存在する炭素の同位体のうち，ごく微量に含まれる（^{12}C / ^{13}C / ^{14}C）は放射性同位体である。

陸上に生息している植物は，大気中の二酸化炭素を取り込んで植物体を形成している。植物が生きている間は植物体を構成する原子がつねに入れ替わっており，炭素の同位体の存在比は一定である。

この植物の葉が堆積物中に埋没し，大気や地下水などから隔離された状態になったとする。また，簡単のために微生物による分解は考えないものとする。このとき，葉の中に含まれる炭素の安定同位体の量は時間とともに（増加し / 減少し / 変化せず），放射性同位体の量は時間とともに（増加する / 減少する / 変化しない）ことが予想される。

ある堆積物中に含まれる植物の葉について炭素の同位体を調べたところ，放射性同位体の存在比が現在の大気中の存在比とくらべて 4 分の 1 であった。このとき，植物の葉が大気や地下水などから隔離されたのは，現在から約（1500 年 / 3000 年 / 12000 年 / 24000 年）前のことだと推定できる。

ここがPOINT

半減期は，放射性同位体が崩壊によって元の量の半分になるまでの時間です！

問題⑵ 火成岩の放射性年代について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

火成岩の放射性年代を測定する方法の1つは，^{40}K を用いた年代測定である。この方法はカリウムーアルゴン法と呼ばれており，岩石または鉱物に含まれる半減期10億年の ^{40}K と，その崩壊によって生じる ^{40}Ar の比を考える。

カリウムーアルゴン法による分析を行うためには，放射性同位体である ^{40}K や，その崩壊によって生じる安定同位体である ^{40}Ar が岩石中に多く含まれていることが望ましい。そのため，（かんらん石や石英 / 黒雲母やカリ長石）を多く含んでおり，形成されてからの時間が（数十万年以上 / 数万年以内）の岩石が，分析対象として適している。

第 11 講　PART1　確認問題

問 1　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

原子核が放射線を放つ性質を（　ア　）という。また，（　ア　）をもつ同位体を（　イ　）と呼ぶ。放射性同位体は，一定の時間ごとに一定の割合で他の原子核になる性質をもつ。
（　イ　）が元の量の半分になるまでの時間を半減期といい，a温度や圧力などの条件によらず一定の値をとる。

(1)　空欄ア，イに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：放射能　　イ：放射性同位体
②　ア：放射能　　イ：安定同位体
③　ア：崩壊　　イ：放射性同位体
④　ア：崩壊　　イ：安定同位体

(2)　下線部 a について，^{14}C の半減期として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　60 年　　②　6000 年
③　60 万年　　④　6 億年

問２　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

岩石中の放射性同位体は，崩壊により半減期にしたがって（　ウ　）し，安定同位体は（　エ　）していく。放射性同位体や安定同位体の存在比を調べることにより，その岩石の形成時期を推定することができる。

(1)　空欄ウ，エに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ウ：増加　　エ：増加
②　ウ：増加　　エ：減少
③　ウ：減少　　エ：増加
④　ウ：減少　　エ：減少

(2)　放射性同位体である ^{238}U が崩壊して最終的にできる安定同位体は何か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　^{14}N　　②　^{40}Ca
③　^{40}Ar　　④　^{206}Pb

第 11 講　地球の歴史

PART1　造岩鉱物の性質

問題(1)　^{14}C，変化せず，減少する，12000 年

問題(2)　黒雲母やカリ長石，数十万年以上

PART2　全球凍結

問題(1)　約 23 ～ 22 億年前，約 7 ～ 6 億年前，角ばった

問題(2)　シアノバクテリア，オゾン層

PART3　顕生代の特徴的な環境変動

問題(1)　微生物，活発であり，ほとんど存在しなかった

問題(2)　赤い，黒い，FeS_2，酸素に乏しい

PART4　新生代の環境変動

問題(1)　南，北

問題(2)　小さい，古第三紀，ヒマラヤ山脈

PART5　ミランコビッチサイクル

問題(1)　多い，蒸発しにくい，大きく，大きく

問題(2)　少ない，増加，減少，10 万年

問題(3)　夏，夏に氷床があまり融けない

第 11 講　PART1　確認問題　解答

問 1

（1）①

解説：

原子核が放射線を放つ性質を放射能という。放射能をもつ同位体を放射性同位体という。

（2）②

解説：

^{14}C の半減期は 6000 年である。

問 2

（1）③

解説：

放射性同位体は崩壊により安定同位体になる。

（2）④

解説：

放射性同位体の ^{238}U は崩壊により最終的に安定同位体の ^{206}Pb になる。